

(19) **Federal Republic  
of Germany**

**German  
Patent Office**

(12) **Laid Open Document**

(11) **DE 36 42 714 A1**

(51) Int Cl.<sup>4</sup>  
**F 01 N 7/08**

(21) File number: P 36 42 714.4  
(22) Date of application: 13. 12.1986  
(43) Date of publication: 16.6.1988

---

(71) Applicant:  
Witzenmann GmbH, Metallschlauch-Fabrik  
7530 Pforzheim, DE

(74) Agent:  
Lemcke, R., Dipl.-Ing.; Brommer, H.k Dipl.-  
Ing. Dr.-Ing., Patent Attorneys, 7500  
Karlsruhe

(72) Inventor:  
Winzen, Wilfried, Dr., 7530 Pforzheim, DE;  
Wuenschmann, Manfred, Dipl.-Ing., 7507  
Pfinztal, DE.

---

(54) Exhaust gas pipe for internal combustion engines

The invention relates to an exhaust gas pipe for internal combustion engines consisting of a load-bearing inner pipe, insulation made of ceramic fiber or glass fiber shaped pieces and of an outer pipe in the shape of at least a flexible tube with corrugations that run around the circumference and are directed towards the inside, radially speaking, the tube lies on the insulation through the corrugations.

## Patent Claims

1. Exhaust gas pipe for internal combustion engines, especially for motor vehicles, consisting of an inner pipe, an outer pipe and insulation that is placed between the two pipes is characterized by the combination of the following features
  - a) The inner pipe is designed as the load-bearing pipe and consists of a pipe (1) that is essentially smooth, cylindrical, and if necessary, bent;
  - b) The insulation consists of non-metallic inorganic materials as mats, shaped pieces, non-wovens, hoses, weaves, especially made of ceramic fiber and/or glass fiber shaped pieces (2) made somewhat of aluminum oxide, silicate or mixtures thereof;
  - c) The outer pipe consists of at least one flexible tube (3, 5) with corrugations (3a, 5a) that run around the circumference and are directed towards the inside, radially speaking, the tube lies on the insulation (2) through the corrugations.
2. Exhaust gas pipe according to claim 1 characterized in that the separation ( $l_{kra}$ ) of neighboring corrugations (3a, 5a) is at least 1.5 times, especially two times and at the most five times the axial corrugation width ( $l_{kri}$ ).
3. Exhaust gas pipe according to claim 1 or 2 is characterized in that the depth of the corrugation (5) is at least a fourth, especially a third and at the most three-fourths, especially two thirds of the separation ( $l_{kra}$ ) of the neighboring corrugations (3a, 5a).
4. Exhaust gas pipe according to one of the previous claims is characterized in that the corrugations (3a, 5a) go around the circumference in a ring shape and are placed parallel to each other.
5. Exhaust gas pipe according to one of the previous claims is characterized in that the outer pipe consists of two flexible tubes (3, 5) that are inserted over each other and are axially staggered and that have corrugations (3a, 5a) that are radially directed towards the inside and in that both tubes (3, 5) are connected together at their ends in an air-tight manner and the gap (6) between them has been evacuated.
6. Exhaust gas pipe according to one of the previous claims is characterized in that the insulation (2) consists of ceramic fiber mats (2a) and glass fiber hose (2b) that is inserted over this.
7. Exhaust gas pipe according to one of the previous claims is characterized in that the insulation (2) is combined with one or more plies of metallic foils (2c).
8. Exhaust gas pipe according to claim 7 is characterized in that the insulation (2) consists of several alternating plies made of glass fiber tube (2b) and of metal foil (2c).

9. Exhaust gas pipe according to one of the previous claims is characterized in that the inner pipe has an insertion set point and the outer pipe converts in one piece into a bellows profile in the region of this insertion set point.

## Description

The invention relates to an exhaust gas pipe for internal combustion engines, especially for motor vehicles, consisting of an inner pipe, an outer pipe and insulation that is placed between the two pipes.

These type of exhaust gas pipes are known in the art in numerous design forms. Here one is dealing fundamentally with the best possible insulation of the engine area from the exhaust gases that are up to about 1000°C and at the same time have a low manufacturing cost.

The objective of the present invention is to develop an exhaust gas pipe that is characterized furthermore by low heat capacity, at least by slower heat-uptake capability and in comparison to known tubes of the same insulating effect, the inventive tubes have a smaller layer thickness for the insulation.

Furthermore, the insulation should also be suitable for more or less curved exhaust pipes.

This objective is solved in an inventive manner by the combination of the following features:

- a) The inner pipe is designed as the load-bearing pipe and consists of a pipe (1) that is essentially smooth, cylindrical, and if necessary, bent;
- b) The insulation consists of non-metallic inorganic materials as mats, shaped pieces, non-wovens, hoses, weaves, especially made of ceramic fiber and/or glass fiber shaped pieces (2) made somewhat of aluminum oxide, silicate or mixtures thereof;
- c) The outer pipe consists of at least one flexible tube (3, 5) with corrugations (3a, 5a) that run around the circumference and are directed towards the inside, radially speaking, the tube lies on the insulation (2) through the corrugations.

The outer pipe lies, through the special profiling, only longitudinally with a small contact surface on the insulation, namely only with the innermost areas of the corrugations on the insulation, whereas the outer pipe forms ring-shaped air chambers around the circumference with their predominant wall sections. In this manner the corrugations in the outer pipe form not only the desired flexibility, but also simultaneously raise the insulating effect due to the air chambers formed.

Another essential viewpoint of the invention exists in that the corrugations of the outer pipe do not lie directly on the inner pipe, but that here one or more insulating layers are laid in between. This has the consequence that the heat transfer from the inner pipe to the outer pipe is drastically reduced. Simultaneously, one has the advantage that the inner pipe quickly

reaches its operating temperature when heating up the engine by driving. The exhaust gas decontamination is thus dramatically improved.

For the insulating effect of the outer pipe, the profile has an important effect, because every corrugation represents a connection between the inside and the outside, therefore the corrugation functions as a heat bridge. Surprisingly, a minimization of these heat bridges, however, does not lead to a maximum in the insulating effect. It has been proven much more that a favorable solution occurs if the separation of neighboring corrugations is between about two times and five times of the axial corrugation width. Through this one obtains air chambers between the neighboring corrugations which are not especially wide and by which therefore no strong self-convection currents can appear.

For this same reason it is also recommended to not increase the corrugation depth to just any value, but solely to chose the depth to be between a fourth and three fourths of the distance between neighboring corrugations.

In order to substantially avoid having self-convection currents within the air gaps created by the corrugations, it has been proven to be especially expedient to not allow the corrugations to go around the circumference in a screw-thread like shape, but rather to provide a multitude of parallel, ring-shaped corrugations going around the circumference such that a multitude of ring-shaped air chambers are created that are separated from each other.

A further increase in the insulating effect of the outer pipe is possible in that one equips the outer pipe with at least another flexible tube that also is provided with corrugations that go around the circumference and are directed radially towards the inside, said tube is axially slightly offset, however, from the more inner tube such that the corrugations do not lie inside of each other. Both of these and, if necessary, still additional tubes inserted over these are connected with each other at the ends in an airtight manner and their gap, and correspondingly, gaps are evacuated. Thus, one obtains an improvement in the insulating effect by about 15% per additional tube.

Ceramic fiber mats with a glass fiber hose were expediently used as insulation between inner and outer pipe. The glass fiber hose insures that the rattling movements of the exhaust gas pipe which occur while the vehicle is in operation do not gradually lead to the destruction of the ceramic fiber mat and thus lead to the air chambers in the outer pipe from filling up. At the same time the hose, which if necessary, can also be produced from other materials, simplifies the action of inserting the outer pipe over the insulation and the homogenous distribution of the layer of insulation.

Furthermore, it has been shown to be favorable to combine the insulation with one or more plies of metallic foil. Through this the thermal radiation coming from the exhaust gas is reflected.

The insulation can consist here of several alternating layers of metallic foils and glass fiber hose and if necessary, ceramic fiber shaped pieces.

Through the described profile of the outer pipe it adapts without a problem to a curved tube contour, in other words the outer pipe does not have to already be adapted to the contour in the manufacturing.

If the exhaust gas pipe is subjected to especially high expansions, then the design described in claim 9 is recommended. Here, the outer pipe converts into a profile with harmonically spaced waves and results in a high axial compliance in the region of the insertion set point. The bellows can be directly integrated here into the outer pipe.

Other features and advantages of the invention result from the following description of the embodiments with the aid of the drawings;

Figure 1 shows a partial longitudinal cut through an exhaust gas pipe;

Figure 2 and 3 show alternatives for the insulation;

Figure 4 shows a detail of the outer pipe and

Figure 5 shows a partial longitudinal cut of an exhaust gas pipe with a two-layered outer pipe.

As Figure 1 shows, the exhaust gas pipe consists of a load-bearing, smooth tube 1 that is completely covered by one or more layers of insulation 2 made of ceramic fibers and/or glass fibers. The layers of insulation are themselves surrounded by a comparatively thin-walled tube 3 which is flexible because of numerous corrugations 3a that go around the circumference and are radially directed towards the inside and the tube 3 lies on the outer side of the insulation 2 through these corrugations.

As Figure 2 shows, the layer of insulation 2 can consist of an inner ceramic fiber mat 2a; which can be also composed of form pieces, like half shells, and a glass fiber hose 2b that has been inserted over the mat. The glass fiber hose 2b functions here on the one hand as an assembly aid, on the other hand as protection of the ceramic fiber mat against the corrugations 3a lying locally on top of the mat.

According to Figure 3 the insulation is constructed from several glass fiber hoses 2b and metallic foils 2c layered in an alternating manner.

The corresponding design of the insulating layer is directed to the assembly requirements, especially the allowable outer diameter of the exhaust gas pipe. While the single-ply insulating layer according to Figure 1 has a thickness of 1 to 2 mm, the two-layered and multi-layered insulation is, according to Figure 2 and Figure 3, 2 to 7 mm, depending on the number of layers and layer thickness.

Figure 4 clarifies the profile geometry of the outer tube 3. Its corrugations 3a that project inwardly are formed by waves that are arranged parallel to each other and go around the tube in the direction of the circumference, said waves have somewhat of an U-shaped cross-section. Through the relatively compact placement of the peaks of the waves on the layer of insulation, a number of air chambers 4 are formed where these air chambers are ring-shaped and separated from each other. In order to optimize these air chambers in relation to their insulation capacity, the axial separation  $l_{kra}$  between neighboring corrugations is at least twice and at the most five times the axial width of the corrugations  $l_{kri}$  and the depth  $s$  of the corrugations is at least a fourth, at most three fourths, expediently a third to two thirds of the separation  $l_{kra}$  between neighboring corrugations.

Through the described insulation composite not only does an extraordinarily high insulating effect result between the layer of insulation 2 and the profiled tube 3: the temperature of the inner tube 1 of

approximately 1000°C is reduced to about 250°C at the outer tube 3 with an insulating layer thickness of only 2.5 mm. Rather above all – this is an essential criterion of the invention – the intermediate insulation 2 insures that the inner tube 1 reaches very quickly the necessary temperature for the catalytic post-combustion of the exhaust gases after a cold start, because the intermediate insulation 2 along with the air chambers 4, that also function as insulation, limit the heat-up zone to only the inner tube 1. In other words: the temperature increase in the outer tube 3 and the therefore complementary thermal radiation emitted to the exterior is decoupled from the temperature pattern of the inner tube 1 and so strongly delayed that for the starting step only the heat capacity of the inner tube 1 needs to be heated up.

Figure 5 shows an exhaust gas pipe which in principle is constructed like the one in Figure 1, however, with a two-layered outer pipe. The additional outer tube 5 expediently has the same shape as the tube 3 located below it, it is, however, axially offset from the lower tube 3, such that its corrugations 5a rest on the cylindrical wall regions of the tube 3 and between both tubes are formed a multitude of air chambers 6 that axially follow each other, one after the other and are ring-shaped.

At the ends, the two tubes 3 and 5 are welded to each other, where the air gaps 6 are evacuated prior to the final welding to shut the pipes. Through this the insulating effect is improved yet again by about 15%.

The terminating connection of the two tubes 3 and 5 to the inner tube 1 can also take place through a collet 7, as in the single-ply design of the outer tube. The collet is welded to the mentioned pieces or connected in another manner. The wall thickness of the tubes 3 or 5 can be reduced down to 0.08 to 0.15 mm due to the stiffening effect of the corrugations. The invented exhaust gas pipe excels therefore also through less material used and correspondingly through a lighter weight.

Offenlegungstag: 16. Juni 19

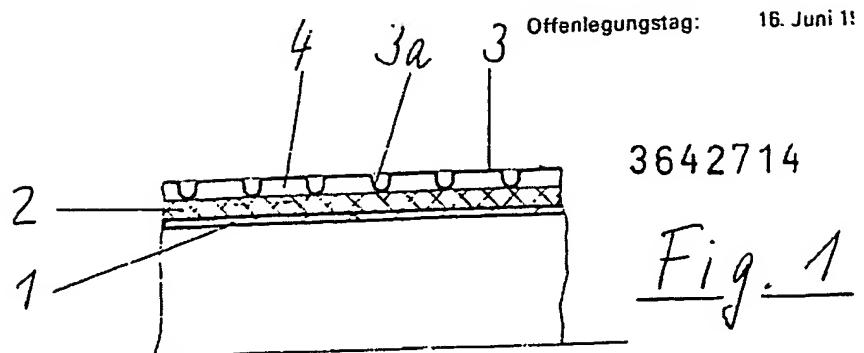
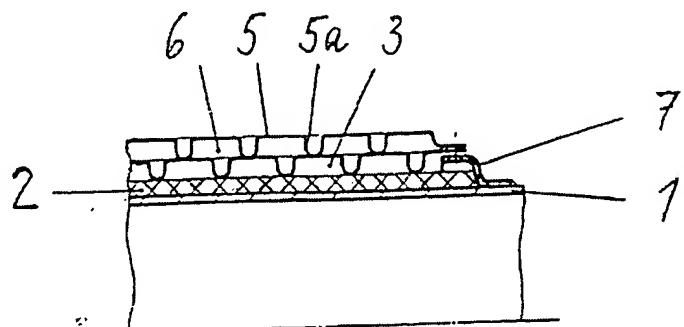
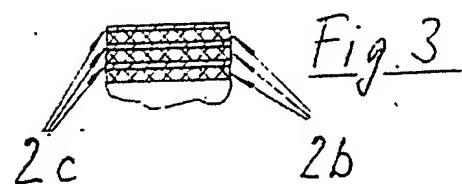
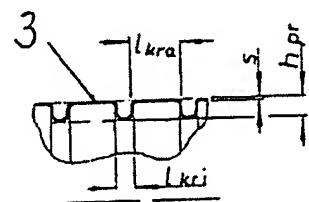
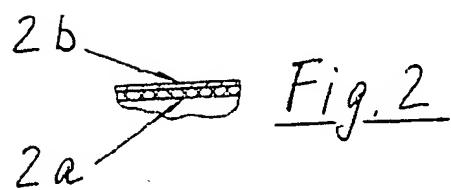


Fig. 1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(20) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3642714 A1

(51) Int. Cl. 4:  
F01N 7/08

(21) Aktenzeichen: P 36 42 714.4  
(22) Anmeldetag: 13. 12. 86  
(23) Offenlegungstag: 16. 6. 88

*Behördenamt*

DE 3642714 A1

(71) Anmelder:

Witzenmann GmbH, Metallschlauch-Fabrik  
Pforzheim, 7530 Pforzheim, DE

(72) Erfinder:

Winzen, Wilfried, Dr., 7530 Pforzheim, DE;  
Wünschmann, Manfred, Dipl.-Ing., 7507 Pfinztal, DE

(74) Vertreter:

Lemcke, R., Dipl.-Ing.; Brommer, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

(54) Abgasleitung für Verbrennungsmotoren

Die Erfindung betrifft eine Abgasleitung für Verbrennungsmotoren, bestehend aus einer tragenden Innenleitung, einer Isolierung aus Keramikfaser- und/oder Glasfaser-Formteilen und einer Außenleitung in Form zumindest eines flexiblen Rohres mit umlaufenden, radial nach innen gezogenen Sicken, über die es an der Isolierung anliegt.

DE 3642714 A1

## Patentansprüche

1. Abgasleitung für Verbrennungsmotoren, insbesondere von Kraftfahrzeugen, bestehend aus einer Innenleitung, einer Außenleitung und einer dazwischen angeordneten Isolierung, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale,

- a) die Innenleitung ist als tragende Leitung ausgebildet und besteht aus einem im wesentlichen glatten, zylindrischen, ggf. gebogenen Rohr (1);
- b) die Isolierung besteht aus nicht-metallisch anorganischen Werkstoffen als Matten, Formteile, Vlies, Schläuche, Gestrücke, insbesondere aus Keramikfaser- und/oder Glasfaser-Formteilen (2) etwa aus Aluminiumoxid, Silikat oder Mischungen hiervon;
- c) die Außenleitung besteht aus zumindest einem flexiblen Rohr (3, 5) mit umlaufenden, radial nach innen gezogenen Sicken (3a, 5a), über die es an der Isolierung (2) anliegt.

2. Abgasleitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand ( $l_{kra}$ ) benachbarter Sicken (3a, 5a) mindestens das 1,5fache, insbesondere Zweifache und höchstens das Fünffache der axialen Sickenbreite ( $l_{kri}$ ) beträgt.

3. Abgasleitung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sickentiefe ( $s$ ) mindestens ein Viertel, insbesondere ein Drittel und höchstens drei Viertel, insbesondere zwei Drittel des Abstandes ( $l_{kra}$ ) benachbarter Sicken (3a, 5a) beträgt.

4. Abgasleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicken (3a, 5a) ringförmig umlaufen und parallel zueinander angeordnet sind.

5. Abgasleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenleitung aus zwei übereinandergeschobenen, axial versetzten, flexiblen Rohren (3, 5) mit umlaufenden, radial nach innen gezogenen Sicken (3a, 5a) besteht, daß die beiden Rohre (3, 5) endständig luftdicht miteinander verbunden sind und ihr Zwischenraum (6) evakuiert ist.

6. Abgasleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (2) aus Keramikfasermatten (2a) und einem darüber geschobenen Glasfaserschlauch (2b) besteht.

7. Abgasleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (2) mit einer oder mehreren Lagen aus Metallfolie (2c) kombiniert ist.

8. Abgasleitung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (2) aus mehreren abwechselnden Lagen aus Glasfaserschlauch (2b) und Metallfolie (2c) besteht.

9. Abgasleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenleitung einen Schiebesitz aufweist und die Außenleitung im Bereich dieses Schiebesitzes einstükkig in ein Balgprofil übergeht.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Abgasleitung für Verbrennungsmotoren, insbesondere von Kraftfahrzeugen, be-

stehend aus einer Innenleitung, einer Außenleitung und einer dazwischen angeordneten Isolierung.

Derartige Abgasleitungen sind in zahlreichen Ausführungsformen bekannt. Dabei geht es grundsätzlich um eine möglichst gute Isolierung der bis zu etwa 1000°C heißen Abgase gegenüber dem Motorraum bei gleichzeitig geringem Herstellungsaufwand.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abgasleitung zu entwickeln, die sich außerdem durch geringe Wärme Kapazität, zumindest durch ein verlangsamtes Wärmeaufnahmen-Vermögen auszeichnet und gegenüber bekannten Rohren gleicher Isolierwirkung mit geringerer Schichtdicke für die Isolierung auskommt.

Des weiteren soll die Isolierung auch für mehr oder weniger gekrümmte Auspuffleitungen geeignet sein.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die Kombination folgender Merkmale gelöst:

- a) Die Innenleitung ist als tragende Leitung ausgebildet und besteht aus einem im wesentlichen glatten, zylindrischen, ggf. gebogenen Rohr;
- b) die Isolierung besteht aus nicht-metallisch anorganischen Werkstoffen als Matten, Formteile, Vlies, Schläuche, Gestrücke, insbesondere aus Keramikfaser- und/oder Glasfaser-Formteilen (2) etwa aus Aluminiumoxid, Silikat oder Mischungen hiervon;
- c) die Außenleitung besteht aus zumindest einem flexiblen Rohr mit umlaufenden, radial nach innen gezogenen Sicken, über die es an der Isolierung anliegt.

Durch die besondere Profilierung der Außenleitung liegt sie nur längs sehr kleiner Berührflächen, nämlich nur am innersten Bereich der Sicken an der Isolierung an, wohingegen sie mit ihren weit überwiegenden Wandbereichen ringförmig umlaufende Luftkammern bildet. Auf diese Weise erzeugen die Sicken in der Außenleitung nicht nur die gewünschte Flexibilität, sondern erhöhen gleichzeitig auch aufgrund der gebildeten Luftkammern die Isolierwirkung.

Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt der Erfindung besteht darin, daß die Sicken der Außenleitung nicht direkt an der Innenleitung anliegen, sondern daß hier eine oder mehrere Isolierschichten zwischengelegt sind. Dies hat zur Folge, daß der Wärmeübergang von der Innen- auf die Außenleitung drastisch reduziert wird. Gleichzeitig ergibt sich der Vorteil, daß die Innenleitung beim Warmfahren des Motors schnell ihre Betriebstemperatur erreicht. Die Abgasentgiftung in der Kaltstartphase wird dadurch wesentlich verbessert.

Für die Isolierwirkung der Außenleitung hat ihre Profilierung entscheidenden Einfluß, denn jede Sике stellt eine Verbindung von innen nach außen dar, fungiert also als Wärmebrücke. Überraschenderweise führt jedoch eine Minimierung dieser Wärmebrücken nicht zu einem Maximum an Isolationswirkung. Vielmehr hat es sich als günstigste Lösung erwiesen, wenn der Abstand benachbarter Sicken etwa zwischen der zweifachen und der fünfachen axialen Sickenbreite liegt. Man erhält dadurch Luftkammern zwischen benachbarten Sicken, die nicht besonders breit sind und bei denen daher keine starken Eigenkonvektionsströmungen auftreten können.

Aus demselben Grund empfiehlt es sich auch, die Sickentiefe nicht beliebig zu steigern, sondern lediglich zwischen ein Viertel und drei Viertel des Abstandes benachbarter Sicken zu wählen.

Um Eigenkonvektionsströmungen innerhalb der durch die Sicken gebildeten Lufträume weitgehend zu verhindern, hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, die Sicken nicht schraubengangförmig umlaufen zu lassen, sondern eine Vielzahl paralleler, ringförmig umlaufender Sicken vorzusehen, so daß eine Vielzahl von einander abgetrennter, ringförmiger Luftkammern entsteht.

Eine weitere Steigerung der Isolationswirkung der Außenleitung ist dadurch möglich, daß man sie mit zumindest einem weiteren flexiblen Rohr versieht, das ebenfalls mit umlaufenden, radial nach innen gezogenen Sicken versehen ist, das jedoch gegenüber dem inneren Rohr axial etwas versetzt ist, so daß die Sicken nicht ineinander zu liegen kommen. Diese beiden und ggf. noch weitere darüber geschobene Rohre werden endständig luftdicht miteinander verbunden und ihr Zwischenraum bzw. ihre Zwischenräume evakuiert. Man erhält dadurch eine Verbesserung der Isolierwirkung um etwa 15% je zusätzlicher Rohrlage.

Als Isolierung zwischen Innen- und Außenleitung wurden zweckmäßig Keramikfasermatten mit einem darüber geschobenen Glasfaserschlauch verwendet. Der Glasfaserschlauch stellt sicher, daß die beim Fahrbetrieb auftretenden Rüttelbewegungen der Abgasleitung nicht allmählich zu einer Zerstörung der Keramikfasermatte und somit zu einem Ausfüllen der Luftkammern in der Außenleitung führen. Zugleich erleichtert der Schlauch, der ggf. auch aus anderen Werkstoffen hergestellt sein kann, das Überschieben der Außenleitung und die homogene Verteilung der Isolierschicht.

Des weiteren hat es sich als günstig erwiesen, die Isolierung mit einer oder mehreren Lagen aus Metallfolie zu kombinieren. Dadurch wird die vom Abgas kommende Wärmestrahlung reflektiert.

Die Isolierung kann dabei aus mehreren abwechselnden Lagen aus Metallfolie und Glasfaserschlauch und ggf. Keramikfaser-Formteilen bestehen.

Durch die beschriebene Profilierung der Außenleitung paßt sie sich problemlos einem gekrümmten Rohrverlauf an, braucht also nicht von vornherein bei der Fertigung an dessen Verlauf angepaßt zu sein.

Ist die Abgasleitung besonders hohen Dehnungen unterworfen, so empfiehlt sich die in Anspruch 9 beschriebene Ausbildung. Dabei geht die Außenleitung in ein harmonisch gewelltes Profil über und ergibt im Bereich des Schiebesitzes eine hohe axiale Nachgiebigkeit. Der Balg läßt sich dabei unmittelbar in die Außenleitung integrieren.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; dabei zeigt

Fig. 1 einen Teil-Längsschnitt durch eine Abgasleitung;

Fig. 2 und 3 Alternativen für die Isolierung;

Fig. 4 ein Detail der Außenleitung und

Fig. 5 einen Teil-Längsschnitt einer Abgasleitung mit zweilagiger Außenleitung.

Wie Fig. 1 zeigt, besteht die Abgasleitung aus einem tragenden, glatten Rohr 1, das vollständig von einer oder mehreren Isolierschichten 2 aus Keramikfasern und/oder Glasfasern bedeckt ist. Die Isolierschichten sind ihrerseits von einem vergleichsweise dünnwandigen Rohr 3 umgeben, das durch zahlreiche umlaufende, radial nach innen ragende Sicken 3a flexibel ist und über diese Sicken lokal an der Außenseite der Isolierschicht 2 anliegt.

Wie Fig. 2 zeigt, kann die Isolierschicht 2 aus einer

inneren Keramikfasermatte 2a, die auch aus Formteilen, etwa Halbschalen, zusammengesetzt sein kann und einem übergeschobenen Glasfaserschlauch 2b bestehen. Der Glasfaserschlauch 2b fungiert dabei einerseits als Montagehilfe, andererseits als Schutz für die Keramikfasermatte gegenüber den lokal anliegenden Sicken 3a.

Gemäß Fig. 3 ist die Isolierung aus mehreren abwechselnd übereinandergeschichteten Glasfaserschläuchen 2b und Metallfolien 2c aufgebaut.

Die jeweilige Ausbildung der Isolierschicht richtet sich nach den Einbauerfordernissen, insbesondere dem zulässigen Außendurchmesser der Abgasleitung. Während die einlagige Isolierschicht gemäß Fig. 1 eine Dicke von 1 bis 2 mm aufweist, beträgt die der zweilagigen und mehrlagigen Isolierung gemäß den Fig. 2 und 3 2 bis 7 mm, je nach Lagenzahl und Schichtdicke.

Fig. 4 verdeutlicht die Profilgeometrie des Außenrohres 3. Seine nach innen ragenden Sicken 3a sind durch in Umfangsrichtung laufende, parallel zueinander angeordnete Wellen mit etwa U-förmigem Querschnitt gebildet. Durch die relativ dichte Anlage der Wellenberge an der Isolierschicht entsteht eine Vielzahl voneinander getrennter, ringsförmiger Luftkammern 4. Um diese Luftkammern hinsichtlich ihres Isolationsvermögens zu optimieren, beträgt der axiale Abstand  $l_{kr}$  zwischen benachbarten Sicken mindestens das Doppelte und höchstens das Fünffache der axialen Sickenbreite  $l_{kr}$  und die Sicken tiefe  $s$  mindestens ein Viertel, höchstens drei Viertel, zweckmäßig ein Drittel bis zwei Drittel des Abstandes  $l_{kr}$  benachbarter Sicken.

Durch den beschriebenen Isolationsverbund zwischen der Isolierschicht 2 und dem profilierten Rohr 3 ergibt sich nicht nur eine außerordentlich hohe Isolationswirkung: Die Temperatur des Innenrohres 1 von annähernd 1000°C wird bei einer Isolierschichtdicke von nur 2,5 mm auf etwa 250°C an dem Außenrohr 3 reduziert. Sondern vor allem — dies ist ein wesentliches Kriterium der Erfindung — stellt die Zwischenisolierung 2 sicher, daß das Innenrohr 1 nach einem Kaltstart schnellstens die zur katalytischen Nachverbrennung der Abgase notwendige Temperatur erreicht, denn die Zwischenisolierung 2 mit den ebenfalls als Isolierung wirkenden Luftkammern 4 beschränkt zunächst den Aufheizbereich auf das Innenrohr 1. Mit anderen Worten: Der Temperaturanstieg in dem Außenrohr 3 und die damit einhergehende Wärmeabstrahlung nach außen wird vom Temperaturverlauf des Innenrohres 1 abgekoppelt und so stark verzögert, daß beim Anfahrvorgang nur die Wärmekapazität des Innenrohres 1 aufgeheizt zu werden braucht.

Fig. 5 zeigt eine Abgasleitung, die im Prinzip wie in Fig. 1, jedoch mit einer zweilagigen Außenleitung aufgebaut ist. Das zusätzliche Außenrohr 5 weist zweckmäßig die gleiche Form wie das darunter befindliche Rohr 3 auf, ist ihm gegenüber aber axial versetzt, so daß seine Sicken 5a auf den zylindrischen Wandbereichen des Rohres 3 zu liegen kommen und zwischen beiden Rohren eine Vielzahl axial aufeinanderfolgender, ringsförmiger Luftkammern 6 entsteht.

An den Enden sind die beiden Rohre 3 und 5 miteinander verschweißt, wobei die Lufträume 6 vor dem endgültigen Zuschweißen evakuiert werden. Damit läßt sich die Isolationswirkung nochmals um etwa 15% steigern.

Der endständige Anschluß der beiden Rohre 3 und 5 an das Innenrohr 1 kann ebenso wie bei der einlagigen Ausführung des Außenrohres über jeweils einen Kragen 7 erfolgen. Er ist mit den genannten Teilen verschweißt oder auf andere Weise verbunden. Die Wand-

OS 36 42 714

5

6

stärke der Rohre 3 oder 5 kann aufgrund der Versteifungswirkung der Sicken auf 0,08 bis 0,15 mm reduziert werden. Die erfindungsgemäße Abgasleitung zeichnet sich daher auch durch geringen Materialeinsatz und entsprechend geringes Gewicht aus.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

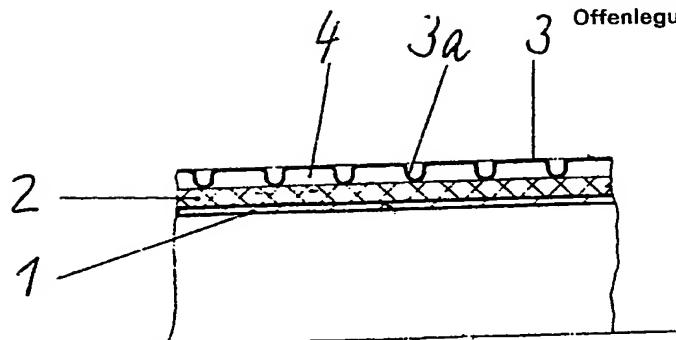
60

65

BAD ORIGINAL

**- Leerseite -**

13.11.13  
Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:  
36 42 714  
F 01 N 7/08  
13. Dezember 1986  
16. Juni 1988



3642714

Fig. 1

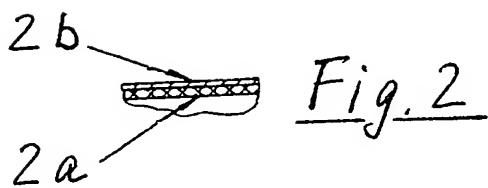


Fig. 2

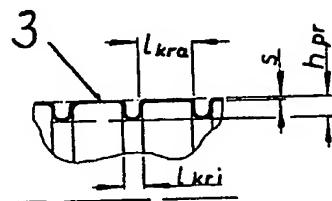


Fig. 4

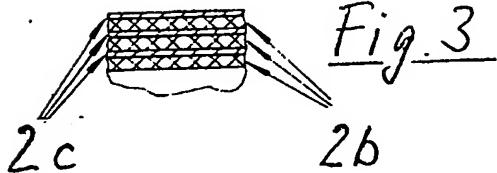


Fig. 3

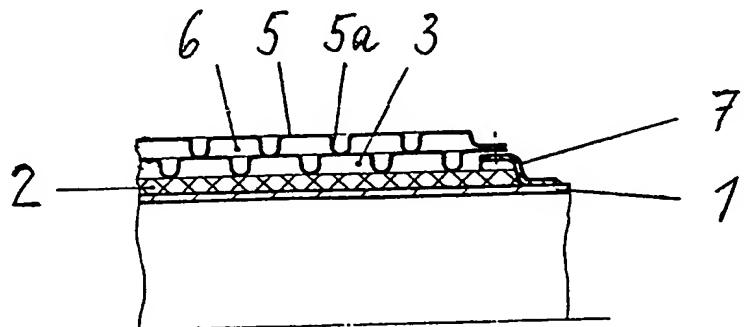


Fig. 5